مجلّهٔ جغرافیا و توسعهٔ ناحیه‌ای، سال سیزدهم، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹٤، شمارهٔ پیاپی ۲۵

پهنه‌بندی بیشینهٔ متوسّط و بیشینهٔ مطلق دما در ایران

مصطفی کرمپور (استادیار اقلیم‌شناسی دانشگاه لرستان، لرستان، ایران)
mostafa_karampoor@yahoo.com
الهام یاراحمدی (دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی دانشگاه لرستان، لرستان، ایران، نویسندهٔ مسؤول)
yarahmadi_elham@yahoo.com
صص ۸۸-٦۷

چکیده

اهداف: دما اثرات انکارناپذیری بر فعالیّت‌های طبیعی و انسانی بر جای می‌گذارد. هدف این تحقیق تعیین تغییرات دماهای حداکثر، پهنه‌بندی و مطالعهٔ تغییرات زمانی و مکانی دماهای میانگین حداکثر ده ساله و فصلی و تعیین نقطهٔ معنی‌دار افزایش یا کاهش دماهای حداکثر در ایران در فاصلهٔ سال‌های ۲۰۰۵– ۱۹٦٦ است؛ بنابراین ضرورت دارد تا متغیرهای دمای میانگین حداکثر و بالاترین دماها (دماهای مطلق) در ایران بررسی شود.

روش: در این تحقیق دو متغیر فوق در ٤۰ ایتگاه بررسی شد. برای ترسیم نقشه‌های هم‌ارزش از روش میانیابی عکس مربع فاصله (IDW) استفاده شد.

یافته ها/نتایج: بررسی‌ها نشان داد که دمای حداکثر مطلق از دههٔ اوّل به چهارم دچار افزایش شده است، امّا به طور کلّی در سطح کشور کاهش یافته است. بررسی تغییرات دمای میانگین حداکثر نشان داد که دمای مناطق مختلف دچار افزایش شده است که این سیر در مناطق کوهستانی شمال و شمال غرب کشور کمتر از نواحی پست پهنه‌های مذکور بوده است.

نتیجه‌گیری: نکتهٔ قابل توجّه در بررسی تغییرات دمای حداکثر در فصل‌های مختلف این است که تقریباً شرایط دمایی دههٔ اوّل و سوم شبیه است و دههٔ دوم و چهارم نسبت به دهه‌های قبلی افزایش دما داشته‌اند. همچنین روند افزایشی دمای میانگین حداکثر در ایران در زمستان بیشتر و در پاییز کمتر ازسه فصل دیگر بوده که این امر می‌تواند یکی از راهکارهای شناسایی وقوع موج گرمایی در فصل سرد سال باشد.

کلیدواژه‌ها: دمای میانگین حداکثر، پهنه‌بندی، دمای حداکثر مطلق، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱٦   تاریخ تصویب: ۱۳۹٤/۳/۱۹

۱. مقدمه

دما اثرات انکارناپذیری بر فعالیّت‌های انسانی و فرایندهای طبیعی همچون چرخهٔ آب برجای می گذارد؛ برای مثال برنامه‌ریزی‌های کشاورزی در ارتباط با مسالهٔ کاشت، داشت و برداشت، آفات و بیماری و بسیاری مسائل دیگر بدون شناخت تأثیر و کنترل دما و دیگر عناصر جوی به نتایج مطلوب نخواهد رسید. از سوی دیگر بررسی دمای میانگین حداکثر و بالاترین دماها در ارتباط پدیدهٔ موج گرمایی دارای اهمیّت فراوان است. موج‌های گرمایی در ردهٔ پدیده‌های فرین هستند و بخشی از رویداد های حدی جوی با دوام چند روز تا چند هفته هستند که باعث تلفات شدیدی در زندگی بشر شده و محیط زیست را تخریب می‌کنند. موج گرمایی با روند افزایشی دما در مناطق خشک در دورهٔ سرد و دوره گرم رخ می‌دهد .وقوع موج‌های گرما به‌ویژه در فصل سرد سال از جمله برجسته‌ترین عواملی است که می‌تواند ماندگاری ذخایر برف را در حوضه‌های کوهستانی کاسته و آهنگ رطوبتی خاک را نیز دچار تنش سازد. در ایران ایستگاه‌های با فاصلهٔ کمتر از تراز دریا و دارای عرض جغرافیایی پایین‌تر، استعداد بیشتری را برای نمایش هسته‌های گرمایی در نیمهٔ سرد سال نشان می‌دهند، ولی این پدیده روی دیگری نیز دارد که با شناسایی هسته‌های مکانی موج‌های آنها مشخّص می‌شود. ذوب زمستانی برف در دامنه‌های پشت به آفتاب به افزایش عمومی دمای هوا، حساسیت بیشتری نسبت به افزایش‌های کوچک‌تر از لحاظ زمانی و مکانی نشان می دهد؛ بنابراین ضرورت دارد تا متغیرهای دمای میانگین حداکثر و بالاترین دماها (دماهای مطلق) در ایران بررسی شود. با بررسی دمای حداکثر مطلق یا عبارت بهتر بالاترین دمای یک ماه که در یکی از لحظات یکی از روزهای آن ماه رخ می‌دهد می‌توان ورود موج گرمایی به یک منطقه را تشخیص داد؛ زیرا امکان دارد وقوع این دمای حداکثر نمایندهٔ موج‌های گرمایی باشد.

چگونگی توزیع جغرافیایی دماهای میانگین حداکثر و دماهای مطلق با توجّه به سری‌های زمانی و به دست آوردن روندها، تغییرات و اختلافات با در نظر گرفتن ناهمواری‌ها و عرض جغرافیایی، مهم‌ترین اهداف مطالعهٔ مورد نظر در این پژوهش است. به دلیل استمرار زمانی و قابل اندازه‌گیری بودن دما در تمام مکان‌ها و زمان‌ها و ارتباط آن با سایر عناصر اقلیمی مثل

تشعشع خورشیدی، رطوبت، وزش باد و بارندگی اهمیّت ویژه ای دارد. همچنین عنصر مذکور با غالب فرایندهای آب وهوایی ارتباط دارد و تغییر در آن باعث ایجاد یک سلسله واکنش‌های زنجیره‌ای زیست‌محیطی دامنه‌دار می‌شود (جریان سیستمی). دمای میانگین حداکثر که در ایستگاه‌های اقلیم–شناسی و سینوپتیک اندازه‌گیری می‌شود، از متوسّط بالاترین دماها در روزهای یک ماه، فصل یا سال که معمولاً در بعد از ظهر یعنی پس از پایان زمان بیشترین تابش رخ می‌دهد به دست می‌آید که به ترتیب دمای حداکثر ماهیانه، فصلی یا سالیانه نامیده می شود (کاویانی وعلیجانی، ١٣٧٤، ص. ١٢٢). همچنین دمای حداکثر مطلق، بالاترین دماهای به دست آمده در یک فاصلهٔ زمانی معین مثلاً ٢٤ ساعت است (ذوالفقاری،١٣٨٣، ص. ١٣٣). به عبارت دیگر بالاترین دمای یک ماه که در یکی از لحظات یکی از روزهای آن ماه رخ می-دهد و امکان دارد نمایندهٔ موج‌های گرمایی باشد که در آن ماه وارد منطقهٔ مورد نظر شده باشد.

دماهای میانگین حداکثر و بالاترین دماها از جمله متغیرهای دمایی هستند که افزایش یا کاهش آن‌ها بر تصمیم‌گیری‌های مربوطه و برنامه‌ریزی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت در بخش-های کشاورزی، معماری و شهرسازی، صنعت و کار تاثیر می‌گذارد و شناخت این تغییرات می‌تواند از بسیاری جهات راهگشا باشد. این تحقیق در نظر دارد وضعیّت دماهای حداکثر ایران را در فاصلهٔ سال‌های ٢٠٠٥–١٩٦٦ را بررسی کند و تغییرات زمانی و الگوهای مکانی آن را در قالب پهنه‌بندی ارایه کند. همچنین افزایش یا کاهش دماهای حداکثر، تعیین روند و یا تصادفی‌بودن افزایش یا کاهش و انجام آزمون معنی‌داری به منظور کشف و آشکارسازی تغییر اقلیم را استخراج کند.

٢. پیشینهٔ پژوهش

در زمینهٔ دما در ایران تحقیقات متعدّدی انجام گرفته است، ولی در مورد دماهای میانگین حداکثر و بالاترین دماها و تغییرات آن‌ها کمتر کار شده است. بر اساس گزارش پایهٔ علمی هیأت بین دول تغییر اقلیم در سال ٢٠٠١ دمای سطح کرهٔ زمین در فاصلهٔ سال‌های ١٨٦١ تا

۲۰۰۰ میلادی حدود ۰/٦ درجهٔ سانتی گراد افـزایش یافتـه اسـت، البتّـه نـرخ افزایشـی دمـای حداکثر در مقایسه با نرخ افزایشی آشکار دمای حداقل، کمتر بـوده اسـت. عسـاکره (۱۳۸۳) در تحلیل آماری تغییرات میانگین سالانهٔ دمای شهر زنجان طی دهـه‌هـای اخیـر را بررسـی کـرده است. تغییرات نشانگر روند کاهشی دمای سالانهٔ زنجان طی سـال‌هـای اخیـر اسـت. موسـوی (۱۳۸۳) نشان داد که توزیع مکانی متوسّط سالانهٔ دما درکشور یک روند کاهشی از جنوب بـه شمال داشته است. علّت این کاهش را می‌تـوان در جهـت شـمالی بـه دلیـل افـزایش عـرض جغرافیایی و تجمّع توده‌های کوهستانی جست‌جو کـرد. مسـعودیان (۱۳۸۳) در بررسـی رونـد دمای میانگین ایران در نیم‌سدهٔ گذشته با روش تحلیل خوشه‌ای و مـدل رگرسـیون نشـان داده است که دمای شبانه (دمای کمینه)، روزانه (دمای بیشینه) و شبانه‌روزی (دمای میـانگین) ایـران به ترتیب با آهنگ حدود سه، یک و دو درجهٔ سانتی‌گراد در هر صد سال افـزایش داشـته کـه روند افزایشی عمدتا در سرزمین‌های گرم و کم‌ارتفاع و روند کاهشی در سرزمین‌های مرتفـع و بلند بوده است. جهادی طرقی (۱۳۷۸) در تعیین روند تغییـرات دمـا و بـارش در شـهر مشـهد (۱۹۹٤–۱۹٥۱) با استفاده از روش‌های معمول بررسی سری‌های زمانی (اختلاف از میـانگین، میانگین های متحرّک ، معادلهٔ خط رگرسیون و نمرهٔ استاندارد Z) متوسّط دمای سالانهٔ مشهد را طی این دوره، ۱۳/۷٦ درجهٔ سلسیوس محاسبه کرد. نتایج بیانگر افـزایش دمـا در هـر سـال بـه میزان ۸۳۲/. درجهٔ سلسیوس بوده است که از سال ۱۹۷٤ به بعد این رونـد ناگهـانی و سـریع بوده است. موحدی، کاویانی و مسعودیان (۱۳۸٤) در تحقیقی با عنوان تغییرات زمانی و مکانی دمای حوضهٔ مارون روند دما را برای داده‌هـای دمـای روزانـه، شـبانه و شـبانه‌روز از ژانویـهٔ ۱۹۹۱ تا دسامبر ۱۹۹۹ بررسی کردند. با اجرای آزمون روند به روش رگرسـیون خطّـی، نتـایج نشان‌دهندهٔ قوی‌تر بودن میزان روند افزایشی دمای شبانه نسبت به دمای روزانه در این حوضـه بوده است.

از ۱۵۰ سال پیش تاکنون تلاش‌های چشم‌گیری در مورد تجزیـه و تحلیـل احتمـالی تغییـر آب وهوا و گرمایش جهانی به انجام رسیده است. تعدادی از سری‌هـای داده‌هـای جهـانی در مورد دمای نزدیک سطح زمین، گردآوری و آنالیز شده‌اند. یکی از دقیق‌ترین سری‌هـای داده‌هـا

نشان می‌دهد که از قرن ۱۹ تاکنون گرمایشی در حدود ۳٪ تا ۰/٦ درجهٔ سلسیوس در دمای سطح زمین رخ داده و این روند تا سال ۱۹۹۸ ادامه داشته است. بر اساس گزارش‌ها میانگین دمای جهانی از ژانویه تا دسامبر ۱۹۹۸، گرم‌ترین زمان در دورهٔ ۱۸۸۰ تا ۱۹۹۸ بوده است (رحیمی، ۱۳۸۳، ص. ۲٤).

کارل و همکاران [1] (۱۹۹۳) در بررسی روند غیر متقارن دماهای حداکثر و حداقل روزانه در کرهٔ زمین دورهٔ آماری (۱۹۹۰ –۱۹۵۱) را بررسی کردند. نتایج نشان‌دهندهٔ روند افزایشی دمای حداکثر روزانه بوده است. از طرف دیگر روند افزایشی دمای حداقل، سه برابر دمای حداکثر بوده است.

دیوید[2] (۱۹۹۷) در بررسی روند تغییر دماهای حداکثر و حداقل روزانه نشان داد که دمای حداکثر روزانه بر روی قاره‌ها با افزایش ۸۸٪ درجهٔ کلوین در قرن مواجه بوده است. این روند افزایشی در شرق کانادا، شمال آمریکا، قسمت‌هایی از شرق اروپا و چین شمالی مشاهده نشده است. درحالی‌که دماهای حداقل روزانه تقریبا در تمام نقاط جهان روند افزایشی داشته است. گادگیل و دهورد[3] (۲۰۰٤) در تحقیقی با عنوان روند دما در قرن بیستم برای یکی از شهرهای هندوستان ثابت کردند که در دورهٔ آماری ۲۰۰۰– ۱۹۰۱ دمای میانگین سالانه و دمای میانگین حداکثر افزایش قابل توجّهی داشته است که این افزایش بیشتر در طول فصل زمستان بوده است و آن‌ها آن را به افزایش ذرات معلّق هوا در دههٔ گذشته نسبت داده‌اند. صحراییان، رحیم زاده و مژده (۱۳۸۰) نشان دادند که در غالب مناطق ایران دمای حداقل روند افزایشی داشته است، در حالی‌که دمای میانگین حداکثر در پاره‌ای از نقاط مانند انزلی و آبادان دارای نرخ کاهشی و در برخی نقاط دیگر مانند شیراز ، مشهد و تبریز دارای نرخ افزایشی بوده است.

رحیم زاده وعسکری (۱۳۸۳) در نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنهٔ شبانه‌روزی دما در کشور نشان دادند که نرخ افزایش دمای حداکثر در تعدادی از

1. karl & et al
2. david
3. Gadgil & Dhorde

ایستگاه‌ها مثل تبریز و تهران دارای روند افزایشی ضعیف بوده است، درحالی‌که در تعداد دیگری از ایستگاه‌های ساحلی مانند آبادان، بندر انزلی و بندر لنگه که نرخ افزایشی دمای حداقل داشته‌اند، نرخ کاهشی دمای حداکثر به ابرناکی هوا مربوط می‌شود جهانبخش و ترابی (۱۳۸۳) به بررسی پیش‌بینی تغییرات دما و بارش در ایران در فاصلهٔ زمانی ۱۹۹٦ تا ۱۹۹۵ با استفاده از مدل فصلی میانگین متحرّک تجمعی ضربی (SARIMA) برای ٤۱ ایستگاه سینوپتیک پرداختند. نتایج حاکی از این است که مقادیرحداکثر دما در کلیهٔ مناطق به جز نواحی جنوبی کشور (مجاورت خلیج فارس و دریای عمان) دارای تغییرات معنی‌دار است. عساکره (۱۳۸۰) در تجزیه و تحلیل آماری – اقلیمی سری‌های زمانی دما در ایران به مطالعهٔ سری‌های زمانی ایستگاه‌های بسیار قدیمی ایران یعنی بوشهر (۱۹۹٦–۱۸۷٦)، جاسک (۱۹۹٦–۱۸۹۳) و مشهد (۱۹۸٦–۱۸۹۱) از لحاظ تغییرات دما و تاثیر آن بر تغییرات بارش پرداخته است. براساس روش‌های استاندارد آماری، جاسک و بوشهر با قطعیت بیشتری روند افزایش را نشان می‌دهند، در حالی‌که مشهد این روند را با قطعیّت کمتری تجربه کرده است. میزان افزایش دما به ازای هر سال برای مشهد، جاسک و بوشهر به ترتیب ۰/۰۰٤٥، ۰/۰۰۸ و ۰/۰۰٥۲ درجهٔ سلسیوس بوده است .

۳. روش تحقیق

در پژوهش حاضر برای پهنه‌بندی بیشینهٔ متوسّط و بیشینهٔ مطلق دما طی دورهٔ آماری ٤۰ ساله (۲۰۰٥–۱۹۹٦) از پایگاه داده‌های هواشناسی کشور داده‌های ماهانهٔ دماهای میانگین حداکثر و بالاترین دماهای ثبت شده ٤۰ ایستگاه سینوپتیک که دارای پراکنش مناسب و دورهٔ آماری کافی بودند استفاده شد.

در نهایت با استفاده از نرم افزار GIS برای متغیر مورد بررسی یعنی میانگین حداکثر دما و حداکثر مطلق دما در دوره‌های ۱ساله، میانگین دمای حداکثر در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان و اختلاف دهه‌های مختلف نقشه‌های هم‌ارزش ترسیم شد و به تفسیر آن‌ها پرداخته شد. برای ترسیم نقشه‌های هم‌ارزش برحسب ماهیت دادها، پراکنش مکانی و آماری، از روش

IDW استفاده شد. پراکنش و موقعیّت مکانی ایستگاه‌های مورد استفاده در پژوهش حاضـر در (شکل ۱) مشاهده می‌شود.



شکل ۱- منطقهٔ مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

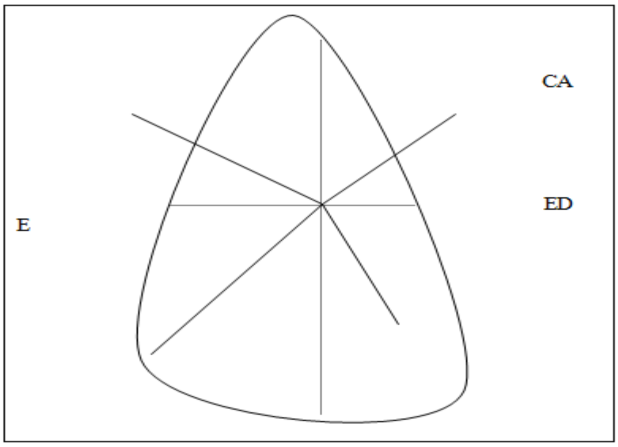
روش IDW به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌های میان‌یابی برای ترسیم نقشه‌های هم-ارزش پیشنهاد شده است (وبروانگلاند، ۱۹۹۲؛ اریکس ۱۹۹۸؛ فرازجو، ۱۳۸۲؛ شیراوند، ۱۳۸۳؛ مرادی، ۱۳۸۵؛ استغفاری ۱۳۸۷؛ صیدی، ۱۳۸۸). این روش برای هر ایستگاه هواشناسی یک تأثیر محلّی در نظر می‌گیرد که با فاصله کاسته می‌شود. در این روش نقاط نزدیک‌تر به سلول

مورد نظر، وزن بیشتری نسبت به نقاط دورتر اختصاص داده می‌شود. یک تعداد معین از نقاط و یا همه نقاط انتخاب شده در یک شعاع معین می‌توانند برای تعیین مقدار خروجی در هر محل مورد استفاده قرار گیرند.

(شکل ۲) طرح شماتیک روش عکس مربع فاصله را نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال وزن ایستگاه از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود.

$$we = \frac{d^{\frac{1}{2}} \ C}{\frac{1}{d^2 c}+\frac{1}{d^2 D}+\frac{1}{d^2 E}+\frac{1}{d^2 A}} \qquad (1)$$

که در آن we وزن ایستگاه C و d فاصله از نقطه تا ایستگاه C و d فاصله از نقطه تا ایستگاه D و d فاصله از نقطه تا ایستگاه E و d فاصله از نقطه تا ایستگاه A است.



شکل ۲- طرح شماتیک عکس مربع فاصله

مأخذ: نگارندگان،۱۳۹۲

٤. یافته‌های تحقیق

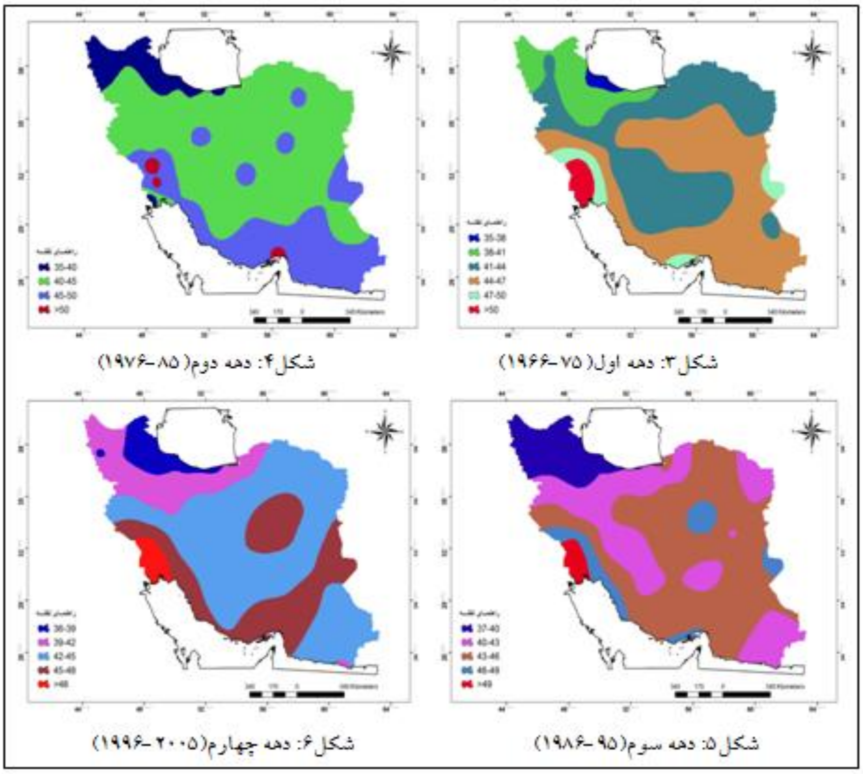
در ارتباط با یافته‌های تحقیق، نقشه‌های هم‌ارزش حداکثر دمای مطلق و میانگین حداکثر دمای فصل‌های بهار، پاییز، زمستان و تابستان طی دورهٔ مورد مطالعه تهیّه شد که در شکل‌های ۲ تا ۲۹ آورده شده است.

٤. ١. تحلیل دمای حداکثر مطلق

با توجّه به (شکل۳) قسمت‌های جنوبی کشور نسبت به شمال کشور دارای دمای حداکثر مطلق بیشتری در دهۀ اوّل بوده است. بخش‌های جنوبی و شرق و قسمت کمی از مرکز کشور دارای دمای حداکثر مطلق بین ۵۰–٤٤ درجۀ سانتی‌گراد هستند و بخش کمی از جنوب غرب دارای بیشترین دمای حداکثر مطلق یعنی بیش از ۵۰ درجه سانتی‌گراد است. مطابق این شکل قسمت هایی از شمال کشور (استان گیلان) در دهۀ اوّل دارای کمترین دمای حداکثر مطلق (۳۸–۳۵ درجه سانتی‌گراد) است. مطابق (شکل ٤) در دهۀ دوم، بیشترین دما در بخش جنوب، جنوب غرب و جنوب شرق اتفاق افتاده است و کمترین دما در بخش شمال غرب مشاهده شده است. در دهۀ دوم نسبت به دهۀ اوّل سطح کمتری از کشور دارای دمای بیش از ۵۰ درجه سانتی گراد بوده است.

در دهۀ سوم، بیشترین دمای حداکثر مطلق در جنوب غربی و کمترین دمای حداکثر مطلق همانند دهۀ دوم در شمال غربی مشاهده شده است. نکتۀ قابل توجّه در این دهه نسبت به دهه-های قبل افزایش پایین‌ترین دمای حداکثر مطلق است؛ زیرا در دهه‌های قبل پایین‌ترین عدد ۳۵ درجۀ سانتی‌گراد بود ولی در دهۀ سوم این عدد به ۳۷ درجۀ سانتی‌گراد افزایش یافته است. علاوه بر این در این دهه بیشترین سطح کشور دارای دمای ٤٦–٤۳ درجۀ سانتی‌گراد بوده که نسبت به دهۀ قبل یک درجۀ سانتی‌گراد افزایش یافته است و در این دهه میزان سطحی که دارای دمای بیش از ٤۹ درجۀ سانتی‌گراد بوده افزایش یافته است.

مطابق (شکل ٦) در دهۀ چهارم، بیشترین دمای حداکثر مطلق همانند دهۀ قبل در جنوب غربی و کمترین دمای حداکثر مطلق در شمال کشور مشاهده شده است. همچنین در این دهه بیشترین سطح کشور دارای دمای ٤۵–٤٢ درجۀ سانتی‌گراد بوده که نسبت به دهۀ قبل یک درجۀ سانتی‌گراد کاهش یافته است.



شکل ۳ تا ٦- نقشهٔ هم‌ارزش حداکثر مطلق در دورهٔ آماری ٤۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹٦)

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

٤. ۲. تحلیل دمای میانگین حداکثر

همان‌طور که در نقشه‌های میانگین دمای حداکثر مشاهده می‌شود، در دههٔ اوّل، دوم، سوم و چهارم (شکل ۷، ۸، ۹ و ۱۰)، بیشترین دمای حداکثر در جنوب و جنوب غرب کشور و کمترین دمای حداکثر در شمال غرب کشور مشاهده شده است.

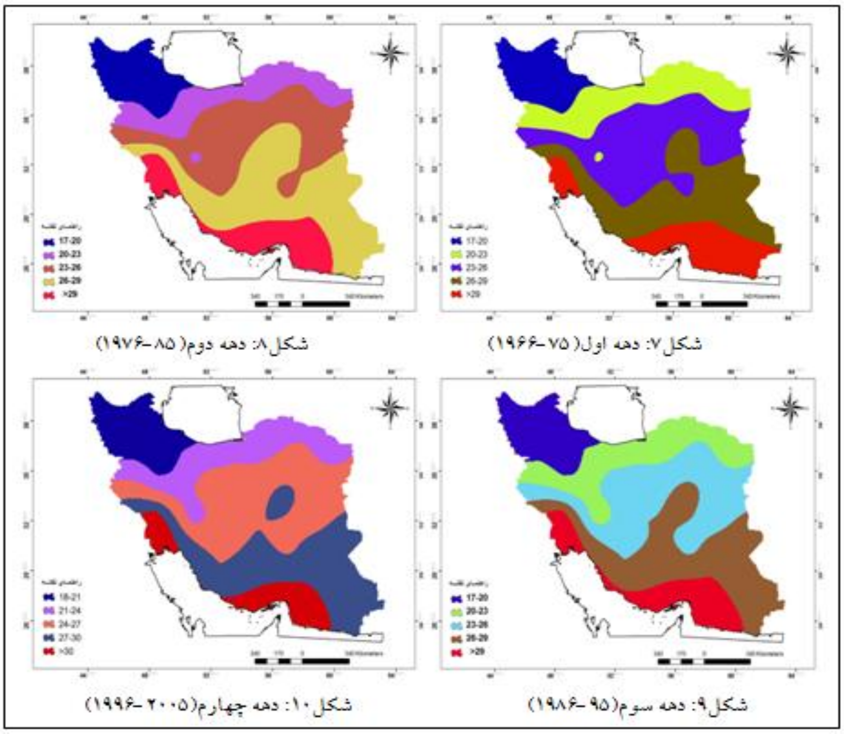
در دههٔ اوّل در بین طبقات مختلف دمایی ارائه‌شده، طبقهٔ ٢٦-٢٣ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح را پوشش داده است. علاوه بر این شکل فوق نشان می‌دهد که از جنوب به سمت شمال کشور میانگین دمای حداکثر کاهش یافته است. در این دهه پایین‌ترین میانگین دمای حداکثر مشاهده شده برابر ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است.

در دههٔ دوم در طبقات مختلف دمایی ارائه‌شده، طبقهٔ ٢٩-٢٦ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح را پوشش داده است که نسبت به دههٔ اوّل حدود ۳ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته است. همچنین از جنوب به سمت

شمال کشور میانگین دمای حداکثر کاهش یافته است و تنوّع طبقات دمایی در شرق کشور نسبت به غرب کشور کمتر است. در این دهه پایین‌ترین میانگین دمای حداکثر مشاهده شده همانند دهۀ اول برابر ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است.

مطابق (شکل ۹) در دهۀ سوم، بیشترین سطح کشور دارای دمای ۲۹–۲٦ درجهٔ سانتی‌گراد بوده که نسبت به دهۀ قبل تغییری مشاهده نشده است. همچنین تنوّع دمای شرق کشور همانند دهۀ قبل از بخش غربی کشور کمتر است.

در دهۀ چهارم، پایین‌ترین میانگین دمای حداکثر افزایش یافته است؛ زیرا در دهه‌های قبل پایین‌ترین عدد ۱۷ درجهٔ سانتی‌گراد بود، ولی در دهۀ چهارم این عدد به ۱۸ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش یافته است که نسبت به دهۀ سوم یک درجه افزایش یافته است. علاوه بر این در این دهه بیشترین سطح کشور دارای دمای ۲۷–۲٤ درجهٔ سانتی‌گراد بوده که نسبت به دهۀ قبل ۲ درجهٔ سانتی‌گراد کاهش یافته است.



شکل۷: دهه اول(۷۵-۱۹۶۶)

شکل۸: دهه دوم(۸۵-۱۹۷۶)

شکل۹: دهه سوم(۹۵-۱۹۸۶)

شکل۱۰: دهه چهارم(۲۰۰۵-۱۹۹۶)

شکل ۷ تا ۱۰– نقشهٔ دمای میانگین حداکثر در دورهٔ آماری ٤۰ ساله (۲۰۰۵–۱۹٦٦)

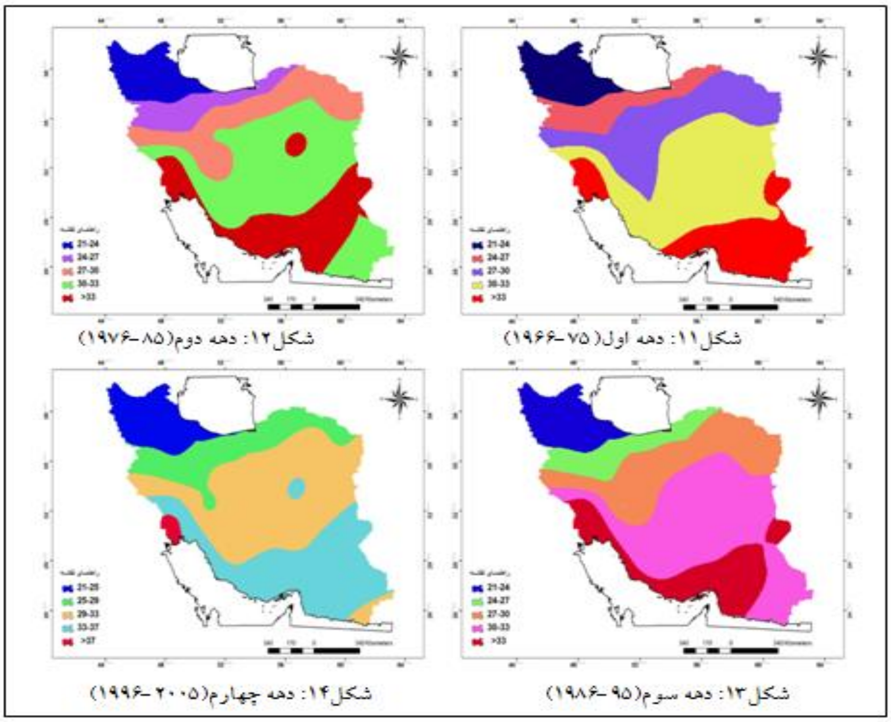
مآخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

٤. ۳. تحلیل دمای میانگین حداکثر فصل بهار

نتایج مربوط به نقشه‌های هم‌ارزش میانگین دمای حداکثر فصل بهار در (شکل‌های ۱۱ تا ١٤) آورده شده است. در دههٔ اوّل و دوم فصل بهار(شکل ۱۱ و ۱۲) بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب شرق و جنوب غرب مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال غرب رخ داده است. در دههٔ اوّل کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل بهار به ترتیب ۲۱ و بیش از ۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که طبقهٔ ۳۳–۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است. همچنین از جنوب به سمت شمال در فصل بهار دمای حداکثر کاهش یافته است.

در دههٔ دوم فصل بهار (شکل ۱۲) بخش جنوب غرب کشور با کاهش دما مواجه شده است.

همان‌طور که در (شکل ۱۳) مشاهده می‌شود دههٔ سوم در این فصل، بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب، جنوب غرب و بخش کمی از شرق مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال غرب مشاهده شده است. مطابق این نقشه کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل بهار همانند دههٔ قبل به ترتیب ۲۱ و بیش از ۳۳ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که طبقهٔ ۳۳–۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است که این نسبت به دههٔ قبل به شمال کشور نزدیک شده و همچنین از جنوب به سمت شمال در فصل بهار دمای حداکثر کاهش یافته است. در دههٔ چهارم فصل بهار (شکل ١٤) بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب غرب مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال و شمال غرب مشاهده شده است. مطابق این نقشه کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل بهار همانند دههٔ قبل به ترتیب ۲۱ و بیش از ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دههٔ قبل حدود ٤ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش دما داشته‌ایم. علاوه بر این طبقهٔ ۳۳–۲۹ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است و سطح طبقهٔ ۳۷–۳۳ خیلی بیشتر شده است که این وضعیّت نشان‌دهندهٔ افزایش دمای دههٔ اخیر است



شکل۱۱: دهه اول(۷۵-۱۹۶۶) — شکل۱۲: دهه دوم(۸۵-۱۹۷۶)

شکل۱۳: دهه سوم(۹۵-۱۹۸۶) — شکل۱۴: دهه چهارم(۲۰۰۵-۱۹۹۶)

شکل ۱۱ تا ۱٤- نقشهٔ هم‌ارزش حداکثر مطلق در دورهٔ آماری ٤۰ ساله (۲۰۰۵-۱۹۹٦)

مآخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

٤. ٤. تحلیل دمای میانگین حداکثر فصل تابستان

نتایج مربوط به نقشه‌های هم‌ارزش میانگین دمای حداکثر فصل تابستان در (شکل‌های ۱۵ تا ۱۸) آورده شده است. (شکل ۱۵) تغییرات میانگین دمای حداکثر تابستان دهۀ اول ۱۹۷۵-۱۹٦٦ در سطح کشور را نشان می‌دهد که مطابق آن در فصل تابستان بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب غرب مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال و شمال غرب یعنی استان‌های گیلان و آذربایجان رخ داده است. مطابق این نقشه کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل تابستان به ترتیب ۲۸ و بیش از ٤۰ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که طبقه ۳۷-۳٤ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است. نکتهٔ قابل توجّه پایین بودن دمای جنوب شرق همانند فصل بهار است.

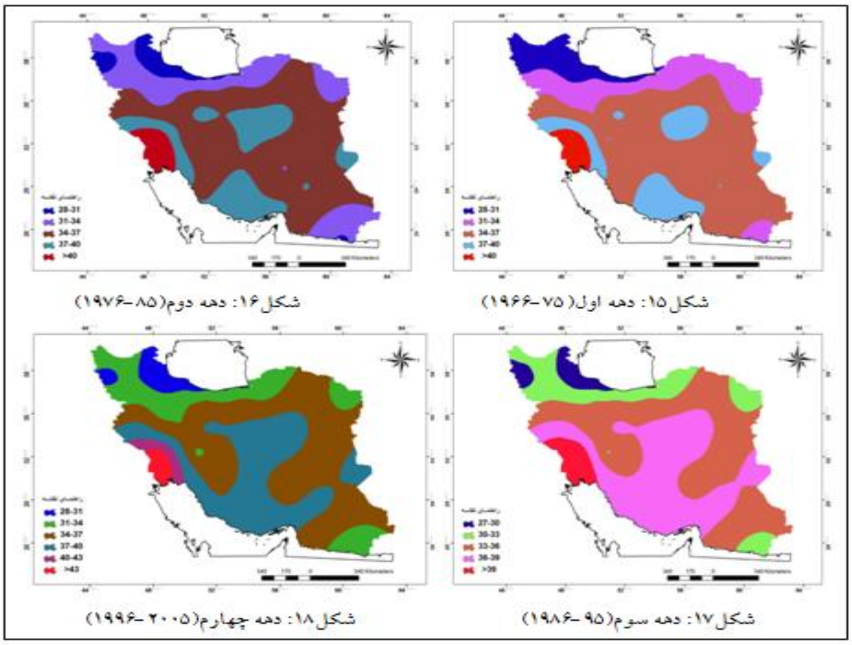
در دهۀ دوم (شکل ۱٦)، در فصل تابستان بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب غرب مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال، شمال غرب و بخش کوچکی از جنوب شرق رخ داده

است. در این دهه دمای جنوب شرق همانند دههٔ قبل دارای روند کاهشی بوده با این تفاوت که این کاهش دما مشخّص‌تر بوده و به طبقهٔ ۳۱–۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد رسیده است.

در دههٔ سوم و چهارم (شکل ۱۷ و ۱۸) بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب غرب مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال و شمال غرب (استان‌های گیلان و آذربایجان) رخ داده است. در دههٔ سوم کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل تابستان به ترتیب ۲۷ و بیش از ۳۹ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دههٔ قبل یک درجه کاهش یافته و طبقهٔ ۳۹–۳۶ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است.

در دههٔ چهارم (شکل ۱۸) کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل تابستان همانند دههٔ قبل به ترتیب ۲۸ و بیش از ۴۳ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دههٔ قبل حدود ٤ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش دما داشته‌ایم. علاوه بر این طبقه‌های ۳۷–۳٤ و ٤۰–۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است که این وضعیّت نشان‌دهندهٔ افزایش دمای دههٔ اخیر در فصل تابستان است.

همچنین در چهار دههٔ فصل تابستان از جنوب به سمت شمال دمای حداکثر کاهش یافته است.



شکل ۱۵ تا ۱۸– نقشهٔ دمای میانگین حداکثر فصل تابستان در دورهٔ آماری ٤۰ ساله (۲۰۰۵–۱۹۹٦)

مآخذ: نگارندگان، ۱۳۹۲

٤. ٥. تحلیل دمای میانگین حداکثر فصل پاییز

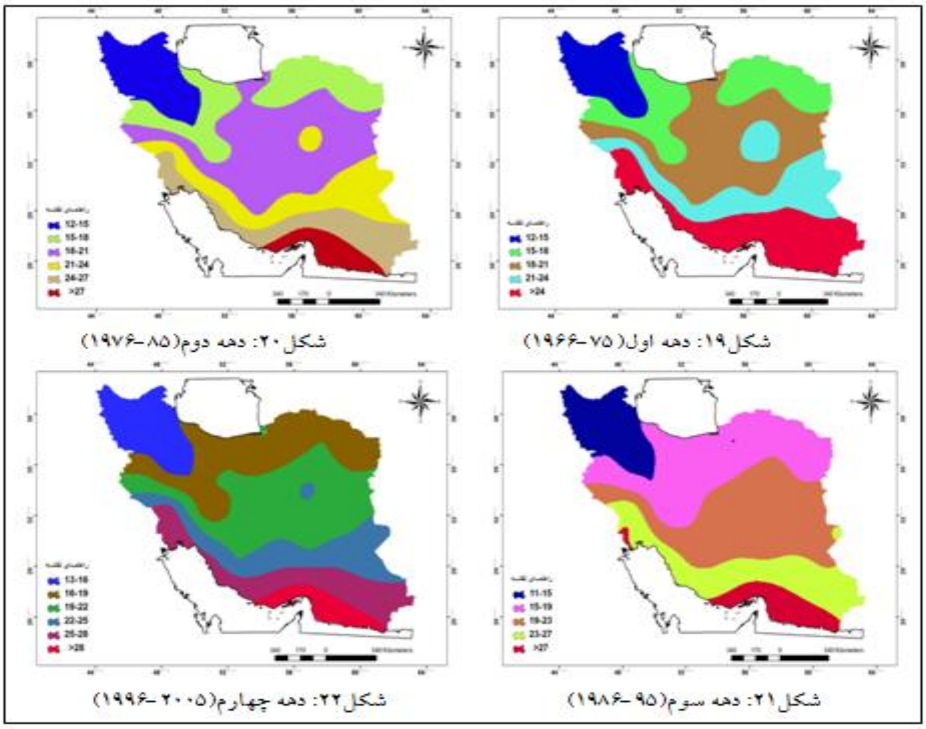
نتایج مربوط به نقشه‌های هم‌ارزش میانگین دمای حداکثر فصل پاییز در (شکل‌های ۱۹ تا ۲۲) آورده شده است. مطابق نتایج (شکل ۱۹)، تغییرات میانگین دمای حداکثر فصل پاییز در دهۀ اوّل بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب کشور (بیش از ٢٤ درجۀ سانتی‌گراد) و کمترین دمای حداکثر در شمال غرب کشور مشاهده شده است. در بین طبقات مختلف دمای ارائه‌شده برای نقشۀ فوق، طبقۀ ۲۱–۱۸ درجۀ سانتی‌گراد بیشترین سطح را پوشش داده است. نکتۀ قابل توجّه یکسان‌بودن طبقۀ دمایی مرکز ایران با قسمت‌هایی از شمال کشور (استان مازندان) است. در این دهه پایین‌ترین میانگین دمای حداکثر فصل پاییز مشاهده شده برابر ۱۲ درجۀ سانتی‌گراد بوده است.

در دهۀ دوم (شکل ۲۰) بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال غرب رخ داده است. مطابق این نقشه کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل پاییز به ترتیب ۱۲ و بیش از ۲۷ درجۀ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دهۀ قبل ۳ درجۀ سانتی‌گراد افزایش یافته است و همانند دهۀ قبل طبقۀ ۲۱–۱۸ درجۀ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است. که همانند دهۀ قبل طبقۀ دمایی بخش مرکز ایران با استان مازندران یکسان است.

در دهۀ سوم و چهارم (شکل ۲۱ و۲۲) بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب و جنوب غرب کشور و کمترین دمای حداکثر در شمال غرب کشور مشاهده شده است. در دهۀ سوم (شکل ۲۱) در بین طبقات مختلف دمای ارائه‌شده، طبقۀ ۱۹–۱۵ درجۀ سانتی‌گراد بیشترین سطح را پوشش داده است. نکتۀ قابل توجّه یکسان‌بودن طبقۀ دمایی مرکز ایران با قسمت‌های شمال شرق کشور (گرگان و خراسان شمالی) است. در این دهه پایین‌ترین میانگین دمای حداکثر فصل پاییز مشاهده شده برابر ۱۱ درجۀ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دهۀ قبل یک درجۀ سانتی‌گراد کاهش دما داشته‌ایم.

مطابق (شکل ۲۲) در دهۀ چهارم کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل پاییز به ترتیب ۱۳ و بیش از ۲۸ درجۀ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دهۀ قبل حد پایینی حداکثر دما ۳ درجۀ سانتی‌گراد افزایش یافته است که این وضعیّت نشان از افزایش دمای کشور در دهۀ چهارم (۲۰۰۵–١٩٩٦) دارد و طبقۀ دمایی ۲۲–۱۹ درجۀ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است.

در چهار دهۀ فصل پاییز از جنوب به سمت شمال در فصل پاییز دمای حداکثر کاهش یافته است.



شکل ۱۹ تا ۲۲- نقشهٔ دمای میانگین حداکثر فصل پاییز در دورهٔ آماری ٤٠ ساله (٢٠٠٥-١٩٦٦)

مآخذ: نگارنده، ۱۳۹۲

٤. ٦. تحلیل دمای میانگین حداکثر فصل زمستان

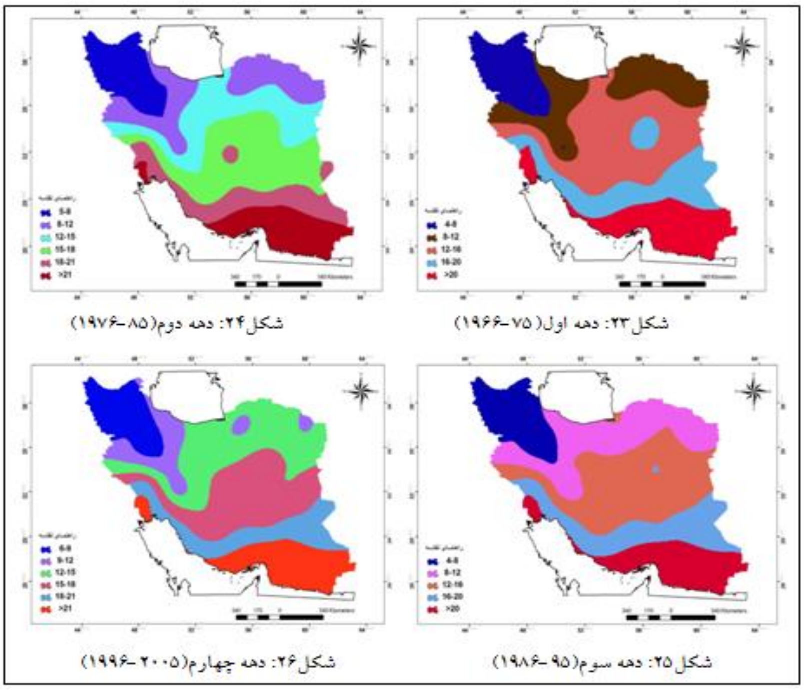
نتایج مربوط به نقشه‌های هم‌ارزش میانگین دمای حداکثر فصل زمستان در (شکل‌های ۲۳ تا ٢٦) آورده شده است. در هر چهار دهه از فصل زمستان (شکل ۲۲، ۲۳ ،٢٤ و ۲۵) بیشترین میانگین دمای حداکثر در جنوب، جنوب شرق و جنوب غرب مشاهده شده است و کمترین میانگین دمای حداکثر در شمال غرب رخ داده است و از جنوب به سمت شمال در فصل پاییز دمای حداکثر کاهش یافته است

مطابق (شکل ۲۲) در دهۀ اوّل کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل زمستان به ترتیب ٤ و بیش از ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است و طبقهٔ ١٦-١٢ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است که طبقهٔ دمایی بخش مرکز ایران با قسمتی از شمال کشور (استان مازندران) یکسان بوده که این وضعیّت در فصل پاییز هم مشاهده شده است.

در بین طبقات مختلف دمای ارائه‌شده برای دههٔ دوم (شکل ۲۳)، طبقهٔ ۱۸–۱۵ درجهٔ سانتی گراد بیشترین سطح را پوشش داده است. علاوه بر این شکل فوق نشان می‌دهد که نکتهٔ قالب توجّه یکسان-بودن طبقهٔ دمایی مرکز ایران با قسمت‌هایی از شمال (استان گرگان) است.

مطابق (شکل ٢٤) در دههٔ سوم کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل زمستان به ترتیب ٤ و بیش از ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دههٔ دوم یک درجهٔ سانتی‌گراد کاهش دما داشته‌ایم و طبقهٔ ١٦–١٢ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است.

در دههٔ چهارم (شکل ۲۵) کمترین و بیشترین دمای حداکثر در فصل زمستان به ترتیب ٦ و بیش از ۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد بوده است که نسبت به دههٔ قبل حد پایینی حداکثر دما ۲ درجهٔ سانتی گراد افزایش یافته است که این وضعیّت نشان از افزایش دمای کشور در دههٔ چهارم (۲۰۰۵–١٩٦٦) دارد و طبقهٔ دمایی ۱۸–۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد بیشترین سطح کشور را پوشش داده است که در این مورد هم ۲ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش دما داشته‌ایم.



شکل ۲۳ تا ٢٦– نقشهٔ دمای میانگین حداکثر فصل زمستان در دورهٔ آماری ٤٠ساله (۲۰۰۵–١٩٩٦)

مأخذ: نگارنده، ۱۳۹۲

٤. ۷. تحلیل اختلاف میانگین دمای حداکثر دههٔ اوّل وچهارم، چهار فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان

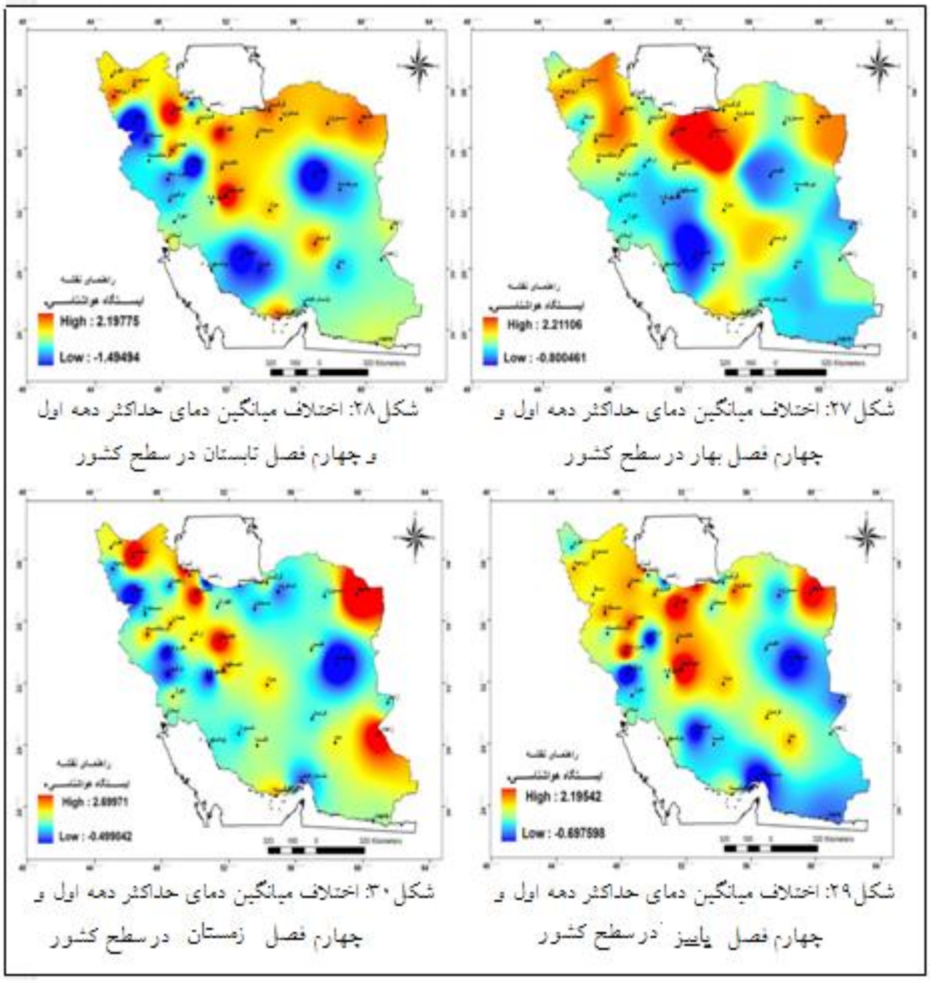
(شکل ۲۷) اختلاف میانگین دمای حداکثر بین فصل بهار دههٔ اوّل و چهارم را نشان می‌دهد که مطابق آن استان تهران، مازندران و سمنان بیشترین اختلاف را نشان می‌دهند که این اختلاف حتّی به ۲ درجهٔ سانتی‌گراد در ٤۰ سال می‌رسد. علاوه بر این بخش شمال غرب کشور که در مقیاس سالانه و فصلی کمترین دما را داشت، تقریباً اختلاف بالایی را نشان می‌دهد. همچنین بخش‌هایی از استان‌های فارس و بوشهر حتّی دچار کاهش دما شده‌اند. در کل مطابق این نقشه اکثر مناطق کشور با افزایش دما مواجه شده‌اند که این افزایش در بخش‌های شمالی چشم‌گیرتر است.

(شکل ۲۸) اختلاف میانگین دمای حداکثر بین فصل تابستان دههٔ اول و چهارم را نشان می‌دهد که مطابق آن استان تهران، زنجان، اصفهان و چهارمحال بختیاری بیشترین اختلاف را نشان می دهند که این اختلاف حتّی به بیش از ۲ درجهٔ سانتی‌گراد در ٤۰ سال می‌رسد. همچنین بخش‌هایی از استان‌های فارس، یزد، کردستان، مرکزی و بوشهر حتّی دچار کاهش دما شده‌اند که این کاهش به بیش از ۱/۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد. در کل مطابق این نقشه اکثر مناطق کشور با افزایش دما مواجه شده‌اند که این افزایش در بخش‌های شمالی، شمال غرب و شمال شرق چشم‌گیرتر است.

(شکل ۲۹) اختلاف میانگین دمای حداکثر بین فصل پاییز دههٔ اوّل و چهارم را نشان می‌دهد که مطابق آن استان تهران، اصفهان و چهارمحال بختیاری، لرستان و خراسان رضوی بیشترین اختلاف را نشان می‌دهند که این اختلاف حتّی به بیش از ۲ درجهٔ سانتی‌گراد در ٤۰ سال می‌رسد. همچنین بخش‌های از استان‌های فارس، خراسان جنوبی، خوزستان، مرکزی و هرمزگان حتّی دچار کاهش دما شده‌اند که این کاهش به بیش از ۰/۵ درجهٔ سانتی‌گراد می‌رسد. در کل مطابق این نقشه اکثر مناطق کشور از جمله مرکز، شمال، شمال غرب و شمال شرق با افزایش دما مواجه شده‌اند.

(شکل ۳۰) اختلاف میانگین دمای حداکثر بین فصل زمستان دههٔ اوّل و چهارم را نشان می‌دهد که مطابق آن استان اصفهان، قزوین، خراسان رضوی، سیستان بلوچستان و آذربایجان شرقی بیشترین اختلاف را نشان می‌دهند که این اختلاف حتّی به ۲/۵ درجهٔ سانتی‌گراد در ٤۰ سال می‌رسد. علاوه بر این بخش شمال غرب کشور که در مقیاس سالانه و فصلی کمترین دما را داشت، در فصل تابستان دههٔ چهارم دچار افزایش دما شده است. همچنین بخش‌هایی از استان‌های خراسان جنوبی، لرستان و کردستان حتّی دچار

کاهش دما شده‌اند. در کل مطابق این نقشه اکثر مناطق کشور با افزایش دما مواجه شده‌اند که این افزایش در بخش‌های شمال غرب و شمال شرق چشم‌گیرتراست.



شکل ۲۷ تا ۳۰- نقشهٔ اختلاف میانگین دمای حداکثر دهۀ اوّل وچهارم فصل بهار،تابستان،پاییز، زمستان

مآخذ: نگارنده، ۱۳۹۲

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

اختلاف میانگین دمای حداکثر چهار فصل سال بین دهۀ اوّل و چهارم نشان داد که اکثر مناطق کشور با افزایش دما مواجه شده‌اند که این افزایش در فصل بهار در بخش‌های شمالی در

فصل تابستان و پاییز در بخش‌های شمالی، شمال غرب و شمال شرق و در فصل زمستان در بخش‌های شمال غرب و شمال شرق بارزتر است.

نکتهٔ دیگر کاهش دمای طبقه بالای تقسیم‌بندی دههٔ اوّل (بیش از ۲۹ درجهٔ سانتی گراد) نسبت به طبقهٔ بالایی دههٔ چهارم (بیش از۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد) است که این نشان از کاهش حداکثر مطلق دمای کشور دارد که این نتایج در مورد افزایش دمای حداکثر با نتایج حجاری-زاده و پروین (۱۳۸۸) و زارع ابیانه و زارع ورکشی (۱۳۹۱) هم‌خوانی دارد.

همچنین در فصل‌های مختلف، مناطق پست واقع در شمال، شمال غرب و مرکزی که دارای شهرهای صنعتی همچون تهران، اصفهان، مشهد، زنجان هستند، نسبت به نواحی کوهستانی در این پهنه‌ها، دچار بیشترین افزایش دما شده‌اند که این خود می‌تواند نتیجهٔ ایجاد جزیرهٔ حرارتی در اطراف شهرهای صنعتی در این پهنه‌ها باشد که باعث افزایش دمای حداکثری در این مناطق شده است؛ بنابراین دماهای میانگین حداکثر در نواحی کوهستانی شمال کشور بیشتر از نواحی پست افزایش نیافته است.

در نواحی کم‌ارتفاع جنوب کشور نیز دماهای میانگین حداکثر تغییری نداشته است؛ زیرا تقریباً در تمامی نقاط کشور (مناطق کوهستانی و پست) تغییرات دما مشاهده شده است که این تغییر از نوع افزایشی و کاهشی مشاهده شده است که این نتایج با یافته‌های جهانبخش، خورشیددوست، دین‌پژوه و سرافروزه (۱۳۹۰) هم‌خوانی دارد. روند افزایشی دمای میانگین حداکثر در ایران در زمستان بیشتر از سه فصل دیگر بوده است؛ زیرا با توجّه به نتایج این شکل‌ها در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان به ترتیب ۲/۲۱، ۲/۱۹۷، ۲/۱۹۵ و ۲/٦۹ درجهٔ سانتی‌گراد افزایش دما داشته‌ایم که بر این اساس بیشترین و کمترین افزایش دما به ترتیب در فصل‌های پاییز و زمستان مشاهده شده است. افزایش دماهای حداکثری در فصل زمستان می‌تواند به ورود امواج گرمایی به کشور مرتبط باشد که در این صورت باعث ذوب ناگهانی ذخیرهٔ برفی مناطق کوهستانی و تبعات بعدی ناشی از آن می‌شود.

در کل سراسر کشور دچار افزایش دمای حداکثر شده است که این نتایج با یافته‌های عباسی و اثمری (۱۳۹۰) هم‌خوانی دارد.

کتاب‌نامه

۱. جهادی طرقی، م. (۱۳۷۸). تعیین روند تغییرات دما و بارش شهر مشهد طی دورهٔ آماری ۱۹۹٤–۱۹۵۱ . *فصل‌نامهٔ تحقیقات جغرافیای، ۳ و ٤، (* ٥٥–٥٤)، ١٦٥–١٥١.

۲. جهانبخش، س.، ترابی، س. (۱۳۸۳). بررسی و پیش‌بینی تغییرات دما و بارش در ایران. *فصل‌نامهٔ تحقیقات جغرافیایی*، *٧٤*، ١٢٥–١٠٤.

۳. جهانبخش، س.، خورشیددوست، ع. م.، دین‌پژوه، ی.، سرافروزه، ف. (۱۳۹۲). تحلیل روند و تخمین دوره‌های بازگشت دما و بارش حدی در تبریز. *نشریهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز*، *۱۸* (۵۰)، ۱۳۳–۱۰۷.

٤. حجازی زاده، ز.، پروین، ن. (۱۳۸۸). بررسی تغییرات دما و بارش تهران طی نیم قرن اخیر. *مجلهٔ جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای*، ۳ (۲)، ٥٦–٤٣.

٥. ذوالفقاری، ح. (۱۳۸۳). *فرهنگ آب و هواشناسی*. چاپ اوّل. تهران. انتشارات یادواره کتاب.

٦. رحیم زاده، ف.، عسکری، ا. (۱۳۸۳). نگرشی بر تفاوت نرخ افزایش دمای حداقل و حداکثر و کاهش دامنهٔ شبانه‌روزی دما در کشور. *فصل‌نامهٔ تحقیقات جغرافیایی*، *۷۳*، ۱۷۱– ۱٥٥.

۷. رحیمی، ن. (۱۳۸۳). *تغییر آب وهوا و اثرات زیست محیطی آن*. تهران: نشر اخوان

۸. زارع ابیانه، ح.، بیات ورکشی، م. (۱۳۹۱). تأثیر پدیدهٔ انسو بر تغییرات دمای ماهانه و فصلی نیمهٔ جنوبی کشور. *مجلهٔ پژوهش‌های جغرافیای طبیعی*، *٤٤* (۲)، ۸٤–٦۷.

۹. صحراییان، ف.، رحیم زاده، ف.، پدرام، م. (۱۳۸۳). روند میانگین سالانهٔ پوشش ابری آسمان و کاهش میانگین سالانهٔ دمای حداکثر در تعدادی از ایستگاه‌های کشور. *مجلهٔ نیوا، ٥٤ و ٥٥* ، ۱۹–۷.

۱۰. عباسی، ف.، اثمری، م. (۱۳۹۰). پیش‌بینی و ارزیابی تغییرات دما و بارش ایران در دهه‌های آینده با الگوی MAGICC-SCENGEN. *نشریهٔ آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، *۲۵* (۱) ، ۸۳–۷۰.

۱۱. عساکره، ح. (۱۳۸۳). تحلیل آماری بر تغییرات میانگین سالانهٔ دمای شهر زنجان طی دهه‌های اخیر. *مجلهٔ نیوار، ٥٤ و ٥٥*، ۳۰–۹.

۱۲. کاویانی، م ر.، علیجانی، ب. (۱۳۷٤). *مبانی آب وهوا شناسی*. چاپ چهارم. تهران: انتشارات سمت. مسعودیان، ا. (۱۳۸۳). بررسی روند دمای ایران در نیم‌سدهٔ گذشته. *مجلهٔ جغرافیا و توسعه*، *۳۷* (٥٤)، ۱۰٦–۸۹.

۱۳. موحدی، س.، کاویانی، م ر.، مسعودیان، ا. (۱۳۸٤). تغییرات زمانی و مکـانی دمـای مـارون. *مجلـهٔ پژوهشی دانشگاه اصفهان*، *۱۸*، ۲۸–۱۳.

۱٤. موسوی، ش. (۱۳۸٤). *بررسی ویژگی‌ها و علل تغییرات آب وهوایی دوره‌های گرم افراطـی ایـران در فصل سرد*. (پایان‌نامهٔ منتشرنشدهٔ کارشناسی ارشد اقلیم‌شناسی)، دانشگاه رازی، ایران.

۱۵. عساکره، ح. (۱۳۸۰). *تجزیه و تحلیل آماری – اقلیمـی سـری‌هـای زمـانی دمـا در ایـران*. (رسـالهٔ منتشرنشدهٔ دکتری اقلیم‌شناسی)، دانشگاه اصفهان، ایران.

۱٦. عطایی، ه. (۱۳۸۳). *پهنه‌بندی آماری نواحی بارشی ایران*. (رسالهٔ منتشرنشدهٔ دکتری اقلـیم‌شناسـی)، دانشگاه اصفهان، ایران.

17. David, R.. E. (1997). Maximum and minimum temperature trend for the Glob. *Science*, *227*(5324), 123-203.
18. Gadgil, A., & Dhorde, A. (2004). Temperature trends in the twentieth Century at PUNE India . *Atmospheric Environment*, *39*(35), 6550-6556.
19. Karl, T. R., Knight, R. W., Gallo, K. P., Peterson, T. C., Jones, P. D., Kukla, G., ... & Charlson, R. J. (1993). A new perspective on recent global warming: asymmetric trends of daily maximum and minimum temperature. *Bulletin of the American Meteorological Society*, *74*(6), 1007-1023.
20. Romesbuurg, H. C. (1984). *Cluster analysis for researchers:Lifetime learning* . California: Belmont Publications .